

BATERIAS

Por Carlos E. Morimoto

Embora o Wi-Fi e o Bluetooth tenham transformado as redes em redes wireless, ninguém ainda conseguiu criar uma forma prática de transmitir energia elétrica sem usar fios. Ou seja, ficamos (até certo ponto) livres dos cabos de rede, mas não das baterias. Elas são tão onipresentes que seria difícil imaginar como seria o mundo sem elas.

Infelizmente, não existe nenhuma lei de Moore para baterias: elas não dobram de capacidade a cada 18 meses como os processadores. Os avanços na área das baterias são muito mais lentos e incrementais, de forma que qualquer nova tecnologia é comemorada :).

CHUMBO ÁCIDO

Tudo começa com as baterias de chumbo ácido (lead acid), que são compostas por um conjunto de placas de chumbo e óxido de chumbo, mergulhadas numa solução de ácido sulfúrico e água. Quando a bateria é descarregada, o ácido "rouba" elétrons dos átomos da placa de chumbo, transformando-o em óxido de chumbo. Ao carregar a bateria, a reação é revertida e os átomos de chumbo são devolvidos às placas.

Este é o tipo menos eficiente de bateria, com a pior relação peso/energia, mas em compensação é a tecnologia mais barata, já que o chumbo é um dos metais mais baratos e o processo de fabricação é simples. Outro ponto positivo é que elas são bastante duráveis e não possuem efeito memória, resistindo a um número muito grande de ciclos de carga e descarga.

O uso mais comuns para elas são os carros e outros veículos,

mas mesmo dentro da área de informática elas são muito usadas nos nobreaks e em outros dispositivos onde o peso não é um grande problema. Neste caso, temos sempre baterias seladas, que não precisam de manutenção. Aqui temos um modelo típico, com 12V e 7.2 Ah:



Por estranho que possa parecer, baterias como esta chegaram a ser utilizadas nos primeiros notebooks. Na época, "portátil" era qualquer coisa com menos de 12 Kg, de forma que o peso da bateria de chumbo ácido entrava no orçamento. Um dos últimos desta safra foi o Mac Portable, lançado pela Apple em 1990.

Ele pesava 7 Kg, mas em compensação tinha até 10 horas de autonomia (e sem efeito memória ;).



Cada uma das células de uma bateria de chumbo ácido provê 2.1 volts. Para atingir os 12V, é preciso juntar 6 células. Na verdade, a tensão da bateria oscila entre 12.6V (quando completamente carregada) e 11.8V (quando descarregada). Existem também baterias menores (como as usadas em luzes de emergência), que possuem apenas 3 células

e conseqüentemente trabalham a 6V.

NI-CAD

Em seguida, temos as baterias Níquel Cádmio, ou Ni-Cad. Elas ficam no meio do caminho entre a alta densidade energética das baterias Li-ion e a ineficiência das baterias de chumbo ácido. Por serem relativamente baratas, elas foram utilizadas em todo tipo de notebooks e aparelhos portáteis em geral ao longo da década de 1990.

A principal característica das baterias Ni-Cad é o temível efeito memória, que ocorre quando a bateria recebe uma seqüência de cargas parciais: a bateria passa a armazenar cada vez menos energia, até que é virtualmente inutilizada. Isso acontece por que as baterias Ni-Cad são compostas

por cristais microscópicos, desenvolvidos para proporcionar uma maior área de contato. Depois de algumas cargas parciais, os cristais começam a se juntar, formando cristais maiores. Quanto maiores os cristais, menor é a área de contato e menos energia a bateria é capaz de armazenar.

É possível quebrar os cristais "exercitando" a bateria, através de uma série de ciclos de carga e descarga completa. Alguns carregadores utilizam pulsos de recarga, onde a tensão aplicada varia em ciclos de menos de um segundo. Estes pulsos ajudam a quebrar os cristais, acelerando o processo de recondicionamento. Outra técnica é fazer uma deep discharge, ou seja, uma "descarga profunda", onde a tensão das células é reduzida a um valor muito abaixo do normal,

processo seguido por uma recarga completa.

Uma bateria Ni-Cad bem conservada e exercitada periodicamente pode proporcionar de 1000 a 1500 ciclos de carga e descarga, o que é muito mais do que uma bateria Li-ion atual suporta. Entretanto, devido ao efeito memória, a maioria das baterias acabam sendo descartadas muito antes.

Um segundo problema é que o cádmio usado nas baterias é extremamente tóxico. Conforme as baterias Ni-Cad cresciam em popularidade, maiores eram os estragos ambientais, o que acelerou sua substituição pelas baterias Ni-MH e Li-ion.

NI-MH

Desenvolvidas a partir da década de 1970 e aperfeiçoadas ao longo da

década de 1980, as baterias Ni-MH são uma evolução direta das Ni-Cad. Elas também utilizam o níquel como matéria prima básica, mas o cádmio é substituído por uma liga de metais não tóxicos, amenizando a questão ambiental.

Naturalmente, as Ni-MH também possuem seus méritos técnicos. Elas possuem uma densidade energética cerca de 40% superior à das baterias Ni-Cad; ou seja, um notebook que tem 1:30 horas de autonomia utilizando uma bateria Ni-Cad, teria mais de 2:00 horas caso fosse utilizada uma bateria Ni-MH de dimensões similares.

Outra vantagem é que elas são menos suscetíveis ao efeito memória. Realizar um ciclo completo de carga e descarga é normalmente suficiente para reverter os danos causados por algumas re-

cargas parciais. Por outro lado, as baterias Ni-MH são um pouco mais caras de se produzir e suportam bem menos ciclos de recarga.

Enquanto uma bateria Ni-Cad suporta mais de 1000 ciclos, uma bateria Ni-NH já apresenta sinais de envelhecimento após menos de 300 ciclos completos, chegando ao final de sua vida útil depois de cerca de 400 ciclos. Neste ponto, não existe muito o que fazer a não ser trocar as células.

Falando em células, um ponto que facilitou a migração das baterias Ni-Cad para as Ni-MH é que ambas utilizam células de 1.2V. Isso permitiu que as Ni-MH substituíssem diretamente as antecessoras, sendo produzidas nos mesmos formatos e utilizando os mesmos carregadores.

Originalmente, as baterias Ni-MH também

demoravam mais para carregar, até o dobro do tempo que uma bateria Ni-Cad. Com o tempo, os fabricantes passaram a desenvolver carregadores rápidos "inteligentes", que interrompem a recarga quando a bateria atinge seu limite, evitando danos.

Embora as Ni-Cad tenham entrado em desuso, sobrevivendo apenas em alguns nichos, as Ni-MH ainda são as mais utilizadas em pilhas recarregáveis, baterias para telefones sem fio e outras áreas "menos nobres". Nos notebooks, palmtops e celulares, elas foram quase que completamente substituídas pelas Li-ion e Li-poli, que são o próximo passo da cadeia evolutiva.

LI-ION

As baterias Li-ion são o padrão atual. Elas são de longe mais complexas e

temperamentais que as Ni-Cad e Ni-MH, mas em compensação possuem uma densidade energética de duas a três vezes maior que as baterias Ni-MH (considerando duas baterias de mesmo peso), dependendo da técnica de fabricação utilizada.

Outra vantagem é que elas não possuem efeito memória. Pelo contrário, descarregar a bateria completamente antes de carregar acaba servindo apenas para desperdiçar um ciclo de carga/descarga, tendo um efeito oposto do esperado.

As baterias Li-Ion são uma tecnologia relativamente recente. Os primeiros testes foram feitos na década de 70, utilizando o lítio na forma de metal, com resultados quase sempre catastróficos. O lítio é um material muito instável e por isso as baterias explodiam, des-

truindo os equipamentos e até ferindo os operadores. Durante a década de 80, as pesquisas se concentraram no uso de íons de lítio, uma forma bem mais estável. Em 1991 a Sony lançou as primeiras baterias comerciais.

Como disse, as baterias Li-Ion são bastante temperamentais. Em agosto de 2006 a Dell e a Apple anunciaram um megarecall de baterias, substituindo 5.9 milhões de baterias com células de um lote defeituoso, fabricado pela Sony. Estas cé-



lulas foram acidentalmente produzidas com lítio impuro, contaminado com traços de outros metais. A foto da coluna ao lado, publicada pelo theinquirer.net mostra um dos principais riscos associados.

Apesar de não parecer, esta é uma foto real, tirada durante uma conferência, onde um notebook com uma bateria defeituosa literalmente pegou fogo.

Naturalmente, a possibilidade de isto acontecer com você é quase tão grande quanto a de ganhar na loteria, mas ela realmente existe. As células de baterias li-ion são bastante instáveis. A maior surpresa é como elas podem funcionar bem na maior parte do tempo, e não as unidades que explodem :).

As células podem vazarem ou explodir se aquecidas a

temperaturas superiores a 60 graus, ou caso sejam carregadas além de seu limite energético. E, como a foto mostra, isto não é apenas mito. Outro problema é que as células oxidam rapidamente caso completamente descarregadas, o que demanda uma grande atenção.

Não seria de se esperar que o pobre usuário soubesse de tudo isso e ficasse com o cronômetro na mão calculando o tempo de exato de recarga da bateria. Para tornar as baterias confiáveis, todas as baterias Li-Ion usadas comercialmente possuem algum tipo de circuito inteligente, que monitora a carga da bateria. Ele interrompe o carregamento quando a bateria atinge uma tensão limite e interrompe o fornecimento quando a bateria está quase descarregada, a fim de evitar o descarrega-

mento completo. A obrigatoriedade do uso do chip é o principal motivo das pilhas recarregáveis ainda serem todas Ni-MH ou Ni-Cad: seria muito dispendioso incluir um chip em cada pilha (fora o fato das células Li-ion trabalharem a 3.6V).



Em geral, o "circuito inteligente" não é tão inteligente assim, pois se limita a monitorar a tensão fornecida pela bateria. Para evitar explosões acidentais, os fabricantes precisam trabalhar dentro de uma margem de tolerância, de forma que normalmente é usada apenas 80 a 90% da capacidade real da bateria.

Outra questão interessante, sobretudo nos notebooks, é que as baterias são compostas por de três a nove células independentes. O circuito não tem como monitorar a tensão individual de cada célula, mas apenas do conjunto. Isso faz com que, em situações onde as células fiquem fora de balanço, ou em casos onde uma das células apresenta algum defeito prematuro, o circuito passe a interromper o fornecimento de energia após pouco tempo de uso. Surgem então os numerosos casos onde uma bateria que originalmente durava 2 horas, passa a durar 15 minutos, por exemplo.

Na maioria dos notebooks, o circuito da bateria trabalha em conjunto com o BIOS da placa mãe, o que abre margem para erros diversos. É comum que, depois de várias cargas parciais, o monitor do BIOS fique fora de

balanço e passe a calcular a capacidade da bateria de forma errônea. Ele passa a sempre fazer recargas parciais, o que faz a bateria durar cada vez menos, muito embora as células continuem perfeitamente saudáveis. É por isso que muitos notebooks incluem utilitários para "calibrar" a bateria, disponíveis no setup. Eles realizam um ciclo de carga e descarga completo, atualizando as medições.

Outro (mais um) problema é que as baterias Li-ion "envelhecem" rapidamente, mesmo que não sejam usadas, pois o lítio é um metal extremamente instável, que reage com outros elementos.

As baterias da década de 1990 normalmente duravam menos de 3 anos, quer a bateria fosse utilizada ou não. Depois do primeiro ano acontecia uma queda de 5 a 20% (dependendo das con-

dições de armazenamento da bateria), no final do segundo ano a bateria segurava apenas metade da carga e no final do terceiro não segurava mais carga alguma. As baterias suportavam em torno de apenas 300 ciclos de carga e descarga, de forma que uma bateria muito exigida chegava a durar apenas alguns meses.

Com melhorias nas ligas e processos de fabricação utilizados, a durabilidade das baterias aumentou. Não é incomum que uma bateria Li-ion atual, conservada adequadamente, dure 4 ou 5 anos e suporte 500 ciclos de recarga, ou mais. Apesar disso, os problemas fundamentais continuam.

As baterias Li-ion se deterioram mais rapidamente quando completamente carregadas ou quando descarregadas, por isso o ideal é deixar a bateria com de 40 a 50%

de carga quando for deixá-la sem uso. O calor acelera o processo, por isso, quanto mais frio o ambiente, melhor.

Segundo o batteryuniversity, uma bateria completamente carregada, guardada numa estufa, a 60° C, pode perder mais de 40% de sua capacidade depois de apenas 3 meses, enquanto uma bateria conservada a 0° C, com 40% da carga, perderia apenas 2% depois de um ano.

Evite descarregar a bateria completamente quando isso não é necessário. O melhor é simplesmente usar e carregar a bateria seguindo seu ciclo de uso. Outra dica é que a durabilidade da bateria é menor quando submetida a descargas rápidas, por isso gravar DVDs no notebook usando a carga das baterias não é uma boa idéia :). A cada 20 ou 30 recargas, é interessante

realizar um ciclo completo de carga e descarga, a fim de "calibrar" as medições do chip e do monitor do BIOS.

A princípio, retirar a bateria de um notebook que fica ligado na tomada na maior parte do tempo seria uma boa idéia para aumentar sua (da bateria) vida útil. O problema é que a maioria dos notebooks usam a bateria como escape para picos de tensão provenientes da rede elétrica. Removendo a bateria, esta proteção é perdida, o que pode abreviar a vida útil do equipamento.

Ao contrário das baterias Ni-Cad, que podem ser recuperadas de diversas maneiras caso vitimadas pelo efeito memória, não existe muito o que fazer com relação às baterias Li-Ion. A única forma de resuscitar uma bateria que chegou ao final de sua vida útil seria abrir e

trocar as células, o que é complicado (já as baterias são seladas e é difícil adquirir as células separadamente) e perigoso, pois o lítio dentro das células reage com o ar e as células podem explodir (lembra da foto? ;) caso a polaridade seja invertida.

Esta página inclui dicas de como desmontar uma bateria e substituir as células: http://www.electronics-lab.com/articles/Li_Ion_reconstrucao/index_1.html

Tentar recuperar uma bateria Li-ion através de uma descarga completa (como nas baterias Ni-Cad), é inútil. Só serviria para oxidar as células, acabando de vez com a bateria. Graças ao chip, as células de uma bateria Li-Ion nunca se descarregam completamente, pois o fornecimento é cortado quando a bateria ainda conserva de 10 a 20% da

carga (de acordo com os parâmetros definidos pelo fabricante).

LI-POLY

Ainda dentro da família do lítio, temos as baterias Li-poly, que são baterias "secas", que utilizam um tipo de filme plástico como eletrólito, ao invés de utilizar líquido. Isto simplifica o design da bateria, o que permite produzir células ultra-finas, com até 1 mm de espessura.

A principal limitação é que o polímero não é bom condutor, fazendo com que a bateria seja incapaz de fornecer grandes cargas, como as necessárias para disparar o flash de uma câmera, por exemplo.

Com o tempo, surgiram baterias Li-poly "híbridas", que utilizam um tipo de gel como eletrólito, eliminando a limitação,



Li-poly, baterias com 1 mm de espessura

mas mantendo a espessura reduzida. Embora ainda caras, estas baterias vem ganhando espaço nos celulares e palmtops, pois são consideradas mais seguras que as baterias Li-ion tradicionais:



Baterias Li-poly "híbridas"

CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

Finalmente, temos as células de combustível, que produzem energia a partir da reação do hidrogênio com o oxigênio do ar, gerando apenas água, eletricidade e calor como subprodutos.

A tecnologia de célula de combustível mais promissora para uso em portáteis é a DMFC (Direct Methanol Fuel Cell), onde é utilizado metanol (um tipo de álcool combustível, produzido a partir do gás natural).

O metanol é, neste caso, utilizado como um meio de armazenamento do hidrogênio, o que permite a construção de células muito mais compactas do que seria se fosse utilizado hidrogênio pressurizado. Ao invés de queimar o combustível, como faria um motor de combustão,

a célula de combustível combina o hidrogênio do metanol com oxigênio do ar, um processo bem mais seguro.

Desde 2003, a NEC, IBM, Toshiba e outros fabricantes vêm demonstrando diversos protótipos de células de combustível destinadas a notebooks e palmtops. Na maioria dos casos, as células de combustível são utilizadas como uma bateria secundária, utilizada apenas quando a bateria interna se esgota.

Num protótipo demonstrado pela IBM em 2003, uma carga de 130 ml com uma mistura de metanol e água era capaz de gerar 72 watts/hora de energia, suficientes para manter um Thinkpad ligado por 8 horas. Entretanto, os cartuchos de metanol eram relativamente caros e a célula de combustível

pesava tanto quanto o próprio Thinkpad:

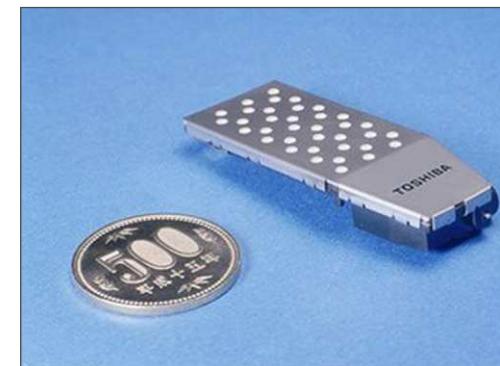


Este protótipo demonstrado pela Antig em Janeiro de 2006 já é bem mais compacto, desenvolvido para ser encaixado na baia do CD-ROM:



Em 2005, a Toshiba anunciou o desenvolvimento de uma célula DMFC em miniatura, que poderia ser usada palmtops e outros

aparelhos portáteis. Segundo o divulgado, ele poderia manter um MP3 Player ligado por 20 horas (autonomia similar ao que obtemos usando uma pilha AAA), usando uma carga de 2 ml de uma solução de metanol diluído em água:



Existem dois tipos de células. As menores (como este modelo da Toshiba) trabalham de forma "passiva", onde o combustível flui de forma natural dentro da célula. As para notebooks utilizam um sistema "ativo", onde uma bomba força o metanol e o

ar dentro da célula e um exaustor resfria a célula, evitando que ela superaqueça. As células ativas produzem muito mais energia, mas em compensação são muito maiores.

De qualquer forma, o principal atrativo das células de combustível é a boa autonomia, combinada com a rapidez da recarga. Ao invés de precisar ligar o aparelho no carregador, basta encher o reservatório periodicamente, o que resolve o problema da autonomia. A vida útil das células atuais é estimada em 3.000 horas de uso, mas ela tende a aumentar nas próximas gerações.

Apesar disso, o futuro das células de combustível nos portáteis ainda é incerto. Atualmente, elas são muito mais caras que as baterias, o que elimina



qualquer vantagem relacionada ao custo. Elas também são grandes, de forma que é mais simples utilizar uma bateria de maior capacidade quando o problema é aumentar a autonomia. De 2005 para cá, diversos fabricantes tem anunciado baterias Li-ion de carga ultrarápida, que podem ser recarregadas em até 1 minuto (como num protótipo demonstrado pela Toshiba

em 2005: <http://www.dpreview.com/news/0503/05032903tosh1minbatt.asp>). Esta nova geração de baterias elimina outro atrativo das células de combustível, que é a rapidez da recarga.

Naturalmente, as células de combustível também não param de evoluir, com células mais eficientes, baratas e compactas. Estima-se que em 2010 já existirão células baratas o suficiente

para começar a competir com as baterias Li-ion. Embora seja impossível prever quem será o vencedor, a briga promete :).

CALCULANDO A CAPACIDADE E AUTONOMIA

Mais um tema interessante relacionado às baterias, é como calcular a autonomia do seu notebook, baseado na bateria usada. Por exemplo, veja o caso de um Acer 2423WXCi:



Ele usa uma bateria Li-ion de 6 células, que fornece 4000 mAh a 11.1V. A tensão nominal das células Li-ion é 3.6V, mas isso varia sutilmente de acordo com a tecnologia usada. Para chegar aos 11.1V, foram utilizadas células de 3.7V, onde temos as células distribuídas em duas séries de 3 células ligadas em série.



Se temos 4000 mAh (micro Amperes-hora) a 11.1V, significa que a bateria fornece um total de aproximadamente 44.4 watts/hora de energia.

Isso significa que a bateria dura cerca de 2 horas caso o notebook consuma 22

watts (o que é mais ou menos a média deste modelo ao assistir a um Divx, sem usar o CD-ROM nem a placa wireless), 1:20 caso consuma 33 watts (o que está próximo do máximo observado ao assistir um DVD com o brilho da tela no máximo) ou quase 3:00 caso o consumo fique em torno de 15 watts (algo que você atinge ao usar o note apenas para tarefas leves e deixar o brilho da tela no mínimo).

No Linux, você pode ver as especificações técnicas da bateria usando o comando:

```
$ cat /proc/acpi/battery/BAT0/info
```

```

pedro@acer: ~
Arquivo Editar Ver Terminal Abas Ajuda
pedro@acer:~$ cat /proc/acpi/battery/BAT0/info
present:                yes
design capacity:         4000 mAh
last full capacity:     3803 mAh
battery technology:     rechargeable
design voltage:          11100 mV
design capacity warning: 190 mAh
design capacity low:     114 mAh
capacity granularity 1: 76 mAh
capacity granularity 2: 3613 mAh
model number:           Bat 6Cell
serial number:           30050
battery type:            LION
OEM info:                Acer
pedro@acer:~$

```

Por aqui você sabe que o notebook usa uma bateria Li-Ion e que a bateria está começando a apresentar sinais de deterioração, pois na última carga (last full capacity) atingiu apenas 3803 mAh.

Quando a bateria começa a ficar viciada, a carga máxima atingida vai ficando cada vez mais abaixo da máxima, acompanhado por uma redução proporcional da autonomia. Por estas informações você tem como verificar a saúde da bateria sem precisar ficar carregando e descarregando para cronometrar o tempo de autonomia.

Para ver a carga atual da bateria (sem depender do ícone do lado do relógio) e o consumo atual do note, use o comando:

```
$ cat /proc/acpi/battery/BAT0/status
ou:
$ cat /proc/acpi/battery/BAT0/state
```

Este comando deve ser executado com o note desligado da tomada, para que o sistema possa medir o consumo da bateria. Este screenshot mostra o comando executado num Asus M5, que utiliza uma bateria de 3 células. O campo "present rate" indica o consumo atual (no caso 14.4 watts/hora) e o campo "remaining capacity" mostra a energia restante (24.1 watts/hora, suficientes para pouco mais de 1:30 horas de autonomia).

```

xterm
kurumin@5:~$ cat /proc/acpi/battery/BAT0/state
present:                yes
capacity state:         ok
charging state:         discharging
present rate:           14454 mW
remaining capacity:     24123 mWh
present voltage:        12027 mV
kurumin@5:~$

```

Note que a tensão informada no campo "present voltage" (12027 mV) é bem maior que a tensão nominal da bateria, que é de apenas 11.1 V (ou 11100 mV). Isto é perfei-

tamente normal, pois a tensão fornecida pela bateria varia de acordo com a carga. Uma bateria de 11.1 V oscila entre mais de 12V quando completamente carregada e 10.8 V ou menos quando descarregada. Reguladores de tensão incluídos no notebook ajustam a tensão, fornecendo as tensões corretas aos componentes internos.

Outra observação é que em alguns modelos, como na maioria dos HP, o consumo é informado em micro-amperes e não em micro-watts, tornando o

cálculo um pouco mais complicado, já que você precisa multiplicar pela tensão da bateria.

Se o comando "cat /proc/acpi/battery/BAT0/status" informa que um HP NX 6110 está consumindo 2000 micro-amperes e ele utiliza uma bateria de 11.1V, significa que ele está consumindo 22220 micro-watts (2000 x 11.1), ou seja, 22.2 watts. Se ele utiliza uma bateria de 4400 mAh, significa que, mantendo esta média de consumo, a bateria duraria exatamente duas horas.

O mesmo vale para o cálculo de autonomia de um no-break. A maioria dos modelos usam baterias de chumbo ácido, 12V e 7.2 Ah. O no-break utiliza um inversor para transformar os 12V fornecidos pela bateria nos 110V que são fornecidos ao micro.

Se temos 7.2 Ah a 12V, significa que temos 0.78 amperes hora a a 110V. Isto significa que a bateria duraria 30 minutos caso seu micro consumisse 156 watts (o que seria próximo do consumo típico de um desktop com um processador e placa 3D modes-

tos e monitor LCD), ou 20 minutos caso ele consumisse 234 watts.

Na prática, a conta não é tão exata assim, pois existe alguma perda de energia nos circuitos do no-break e na fonte de alimentação do micro, sem contar que ele interrompe o fornecimento antes que a bateria fique completamente descarregada. Levando tudo isso em prática, seria conveniente reduzir nosso cálculo teórico em 20 a 25% para chegar a um número mais próximo da realidade. **GDH**

Livro Linux: **Entendendo o Sistema Guia Prático** **Autor:** Carlos E. Morimoto

304 páginas, Formato: 23 x 16 cm

R\$ 32,00 + frete (preço ao comprar pelo site)

R\$37,00 para qualquer lugar do país (envio via impresso registrado, com entrega de 4 a 7 dias úteis). (Preço nas livrarias: R\$ 40,00)

<http://guiadohardware.net/gdhpress/>

